

Ein Escape-Game zur Förderung experimenteller Kompetenzen – Gestaltung des finalen Rätsels „Geldkoffer“

Simon Roth*, Simon Goertz*, Heidrun Heinke*

*RWTH Aachen University
simon.roth2@rwth-aachen.de

Kurzfassung

An der RWTH Aachen ist mit der Plattform FLexKom (Fördern und Lernen experimenteller Kompetenzen) ein Schwerpunkt auf die Vermittlung methodischer Kompetenzen gelegt worden. Die Beliebtheit eines Escape-Game Settings hat zu der Verknüpfung von spielerischen Elementen mit den physikalischen Lerninhalten geführt. Im Rahmen eines sog. FLexcape Games steigen die Schülerinnen und Schüler in eine fiktive Geschichte ein und lösen einzelne Rätsel, in denen sie physikalische Aufgaben unter Anwendung experimenteller Kompetenzen bearbeiten. Als gemeinsames Abschlussrätsel wurde ein Geldkoffer für das FLexcape Game entwickelt. Durch Lösen der gestellten Aufgaben gelangen die Teilnehmenden der Lerngruppe an Informationen, mit denen sie den Geldkoffer öffnen und die Belohnung erhalten können. In diesem Beitrag wird die allgemeine Konzeption unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung und der Funktionsweise des Geldkoffers präsentiert und erklärt. Der Geldkoffer kann auch in anderen Escape Games in Lehr-Lern-Kontexten genutzt werden.

1. Einleitung

Zu den vielfältigen aktuellen Ansätzen innovativer Lehrkonzepte gehört auch die sog. Gamification [1]. Darunter versteht man den Einsatz spieltypischer Elemente in einem spielfremden Kontext, wobei in diesem Fall insbesondere die Lehre von Belang ist. Eine Möglichkeit der Gamification sind sogenannte Escape Games [2]. Dabei handelt es sich um eine Spielform, bei der eine Gruppe von Spielern Aufgaben in einer begrenzten Zeit lösen muss, in der häufigsten Form mit dem Ziel, aus einem verschlossenen Raum zu fliehen. Im schulischen Kontext lässt sich ein verschlossener Raum nicht realisieren, daher wird als Alternative zum Ausbruch eine Belohnung in Aussicht gestellt, die die Teilnehmenden nach erfolgreichem Spiel an der finalen Station erhalten. Der vorliegende Beitrag beschreibt die Entwicklung der finalen Station als ein wesentliches Element für ein solches Escape Game, das sowohl im Rahmen der Plattform FLexKom als auch bei weiteren Lernangeboten für Schülerinnen und Schüler im Schülerlabor Physik (SCiPhyLAB) der RWTH Aachen eingesetzt werden soll.

Das entwickelte Escape Game „FLexcape Game“ basiert auf bereits existierenden Modulen der Plattform FLexKom¹, welche für den Einsatz innerhalb eines Escape Games modifiziert wurden. Die Plattform FLexKom („Fördern und Lernen experimenteller Kompetenzen“) wurde als modulare Sammlung ver-

schiedener Unterrichtsmaterialien mit dem Ziel entwickelt, das Lernen experimenteller Kompetenzen in der Schule zu fördern [3]. Die einzelnen Module setzen verschiedene Schwerpunkte innerhalb der drei Experimentierphasen „Planung“, „Durchführung“ und „Auswertung“ und können flexibel zu individuellen Lernzirkeln zusammengestellt werden.

Eine besondere Nutzung ausgewählter Module wurde im Rahmen der Masterarbeit von Theresa Westphalen [4] in Form eines Escape Games realisiert, bei dem die FLexKom-Module zu „Rätseln“ werden. Die Teilnehmenden müssen in Teamarbeit diese Rätsel in einer bestimmten Zeit lösen, um einen Koffer, der eine Belohnung enthält, öffnen zu können.

In dieser spielerischen Lernumgebung erwerben Schülerinnen und Schüler neben fachlichen Kompetenzen auch fächerübergreifende Kompetenzen, wie z.B. Konzentrationsfähigkeit und Leistungsbereitschaft. Sie stärken zudem soziale Fähigkeiten bei der Zusammenarbeit und Kommunikation. In besonderem Maße werden allerdings in dem hier vorgestellten Escape Game die experimentellen Kompetenzen trainiert.

Der vorliegende Beitrag widmet sich innerhalb des Escape Games „FLexcape Game“ der Optimierung der finalen Station des Geldkoffers, mit dem die erfolgreiche Bearbeitung der Rätsel belohnt wird.

¹ Siehe auch www.sciphylab.de/flexkom

2. Die Plattform FLExKom

Die meisten Rätsel im FLEscape Game basieren auf Modulen der Plattform FLExKom. Diese Plattform wurde von Simon Goertz et al. konzipiert [3] und wird aktuell in Rahmen einer Promotion weiterentwickelt und evaluiert. Sie stellt eine Sammlung unterschiedlicher Unterrichtsmaterialien bereit, um „methodische Kompetenzen explizit in den Unterricht zu integrieren und damit wichtige neue Erkenntnisse vermitteln zu können“ [5].

Lehrkräfte können einzelne Module der FLExKom-Plattform beispielsweise zu individuellen Lernzirkeln kombinieren, in denen sie bestimmte experimentelle Kompetenzen gezielt trainieren möchten.

Alle Materialien, wie Arbeitsblätter und Lehrerhandreichungen, werden im Internet zur Verfügung gestellt, wo sie kostenlos heruntergeladen werden können. Darüber hinaus ist es für Schulen in der Städteregion Aachen möglich, die benötigten Versuchsmaterialien am I. Physikalischen Institut IA der RWTH Aachen auszuleihen.

3. Das Escape Game „FLEscape Game“

Das allgemeine Ziel eines Escape Games besteht darin, eine Aufgabe in einer vorgegebenen Zeit zu lösen. Die Spielenden agieren dabei als Gruppe, in welcher man in der Regel nicht gegen einen personifizierten Gegner antritt. Die verbreitetste Variante ist der Escape Room, bei dem die Flucht aus einem verschlossenen Raum in begrenzter Zeit gelingen muss. Der erfolgreiche Abschluss des Spiels erfordert Teamarbeit, Zusammenführen individueller Fähigkeiten und simultanes Arbeiten. Die Beliebtheit dieser Spielform bei jungen Menschen legt den Einsatz von Escape Games auch im Unterricht nahe.

Das entwickelte Escape Game „FLEscape Game“ stellt den Schülerinnen und Schülern jedoch aus Sicherheitsgründen nicht die Aufgabe, sich aus einem verschlossenen Raum zu befreien. Als Alternative zum Ausbruch aus einem verschlossenen Raum war zunächst die Entschärfung eines symbolischen „Bombenkoffers“ geplant. Da auch dieses Konzept mit einer vermeintlichen Bedrohung verknüpft ist, wurde der Fokus auf den Gewinn gelenkt (Belohnung), welcher die Lerngruppe erwartet, wenn sie die Rätsel in einer vorgegebenen Zeit löst. Hierfür wurde ein sogenannter Geldkoffer (siehe Abb. 1) als finale Station des Escape Games konzipiert und realisiert.

Durch Lösen der gestellten Aufgaben erhalten die Teilnehmenden der Lerngruppe eine Information, mit der sie den Geldkoffer öffnen und die Belohnung erhalten können. Die einzelnen Rätsel bestehen dabei aus physikalischen Aufgaben, die von den Schülerinnen und Schülern gemeinsam bewältigt werden müssen. Dies erfolgt in Dreier-Teams, bei denen eine Person die primäre Aufgabe hat, die Zeit im Auge zu behalten, eine zweite sachgemäß alle Ergebnisse dokumentiert und die dritte Person die Kommunikation zu anderen Gruppen übernimmt. Die einzelnen Rätsel stehen in einem thematischen Kontext, der zu Beginn des Spiels als Rahmengeschichte vorgelesen wird. Die Geschichte motiviert dazu, in der vorgegebenen Zeit die Rätsel zu lösen, um den Koffer öffnen zu können. Ein Vorteil der gewählten Spielform liegt darin, dass die Materialien unabhängig von den Räumlichkeiten flexibel eingesetzt werden können.

4. Die finale Station „Geldkoffer“

Ein Prototyp des Geldkoffers wurde von Jan Berndtgen entworfen [6] und von Simon Roth in seiner Ba-

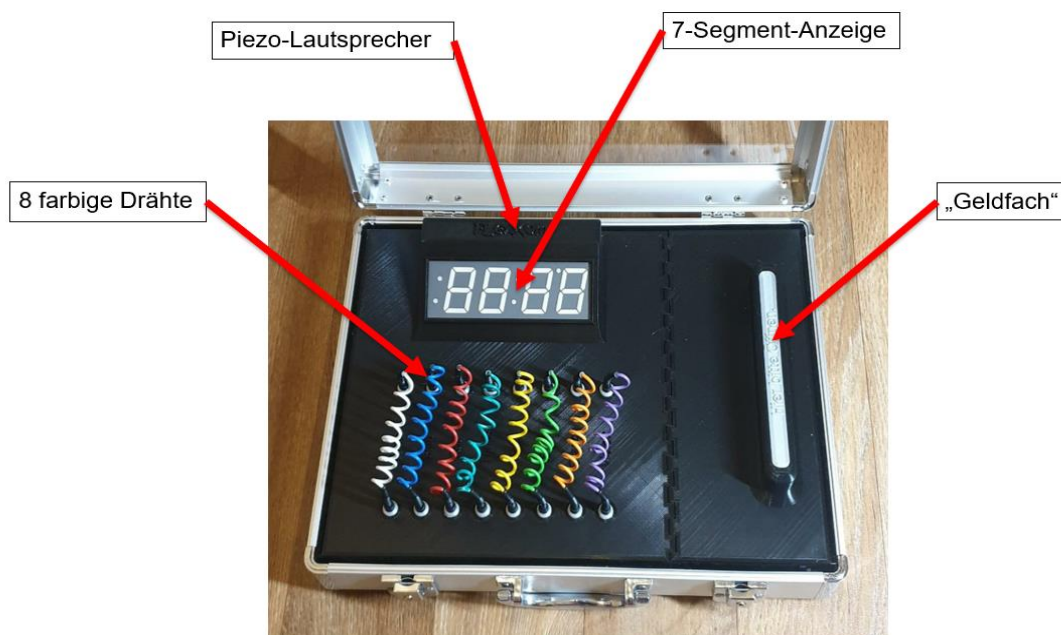


Abb.1: Die finale Station „Der Geldkoffer“

chelorarbeit [7] weiterentwickelt. Wichtiger Bestandteil des Geldkoffers ist eine 7-Segment-Anzeige, welche mittels eines Countdowns die noch verbleibende Zeit zur Lösung des Gesamträtsels anzeigt. Außerdem befindet sich im rechten Bereich des Geldkoffers ein Fach, das sogenannte Geldfach, in welchem sich die Belohnung für das erfolgreiche Absolvieren des Escape Games befindet. Die Lerngruppe erarbeitet sich durch Lösen des Abschlussrätsels die Information darüber, welche Farbe der Draht besitzt, der gezogen werden muss, um das Geldfach zu öffnen. Wird der richtige Draht gezogen, hält der Countdown an und das Geldfach darf geöffnet werden. Wird jedoch ein falscher Draht entfernt, zeigt das Display einen Code für die gescheiterte Bearbeitung des Escape Games an. Zusätzlich ertönt ein lautes akustisches Piep-Signal durch den verbauten Piezo-Lautsprecher. Wird das Geldfach geöffnet, ohne dass der richtige Draht vorher entfernt wurde, kommt es zu derselben Warnmeldung und das Spiel ist ebenfalls verloren. Eine weitere Funktion des akustischen Signals besteht darin, an das Fortschreiten der Spielzeit durch einen regelmäßigen Signalton zu erinnern.

Die Ansteuerung der 7-Segment-Anzeige und des Piezo-Lautsprechers gelingt mit einem Mikrocontroller (Modell ESP-8266). Die Stromversorgung erfolgt über einen Akku (Powerbank), sodass der Koffer nicht permanent an eine Netzsteckdose angeschlossen werden muss.

4.1. Die Fernsteuerung für die finale Station „Geldkoffer“

Die Grundlage für einen reibungslosen Einsatz des Geldkoffers im Unterrichtsszenario bildet eine Fernsteuerung. Diese funktioniert mit Hilfe einer HTML-Seite, die mit einer klassischen Browser-Applikation

geöffnet werden kann. Die HTML-Seite wird über das Netz des verbauten Mikrocontrollers ESP-8266 gesendet und kann dann auf dem mobilen Endgerät dargestellt werden (siehe Abb. 2).

Im Gegensatz zur Verwendung einer speziell programmierten Applikation kann dadurch ohne einen vorherigen Download und eine Installation die Steuerung von nahezu jedem WLAN-fähigen Gerät erfolgen. Die Gestaltung der HTML-Seite wird durch den Einsatz von CSS (Cascading Style Sheets) realisiert, wodurch Inhalt und Design im Quellcode getrennt werden können.

Die Fernsteuerung versetzt die Betreuenden des Escape Games unter anderem in die Lage, die Dauer des Spiels an die Dauer des Unterrichts anzupassen, sodass ein Einsatz in einer klassischen Unterrichtsstunde von 45 Minuten, aber beispielsweise auch in einer 90-minütigen Doppelstunde realisierbar ist. Auch eine Anpassung des Zeitlimits an die Leistungsfähigkeit einer Lerngruppe ist damit möglich. Die Implementierung der Steuerungsoption ermöglicht es, die Spielzeit auf die Minute genau festzulegen. Außerdem kann das Spiel jederzeit abgebrochen, pausiert und fortgesetzt werden. Dies kann beispielsweise nützlich sein, wenn das Escape Game im Schulunterricht eingesetzt wird und von einer Hofpause zwischenzeitlich unterbrochen werden muss. Zudem können Betreuende mit Hilfe der Steuerung bei einem versehentlichen Lösen eines Drahtes oder Öffnen des Geldfachs das Spiel regulär fortsetzen.

Des Weiteren verfügt die Fernsteuerung über eine Auswahlliste, die es erlaubt, den richtigen Draht vor Beginn des Spiels festzulegen. Darüber hinaus wird die Option angeboten, den regelmäßigen Signalton auszuschalten.

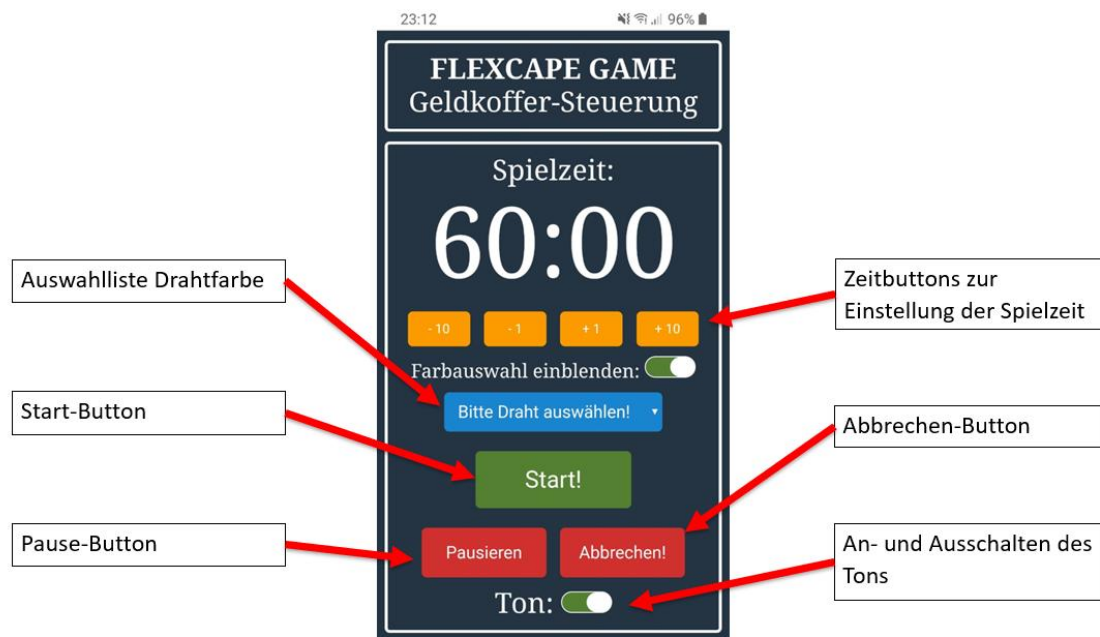


Abb.2: Die Fernsteuerung des Geldkoffers

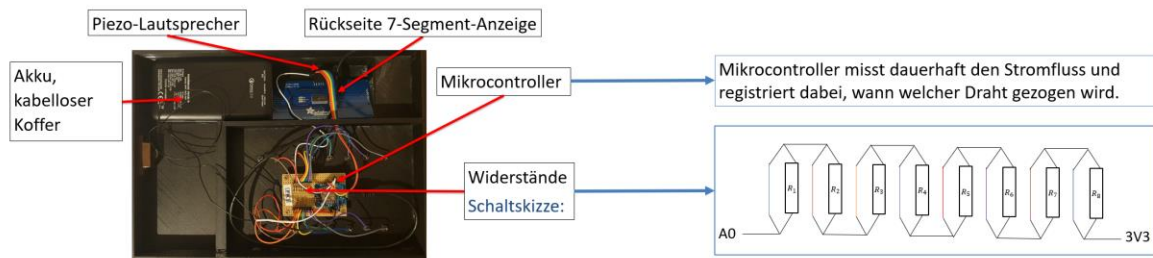


Abb.3: Technische Umsetzung des Geldkoffers

4.2. Variation der Lösung des Spielauftrags

Ein Prototyp des Geldkoffers wies den Nachteil auf, dass der von der Lerngruppe zu ermittelnde Draht fest definiert war. Eine fixe Vorgabe des zu ziehenden Drahtes schließt eine erneute Verwendung in der gleichen Lerngruppe jedoch aus und birgt gleichzeitig die Gefahr, dass die Kenntnis der Farbe des Lösungsdrahtes über verschiedene Lerngruppen hinweg weitergetragen wird.

Daher musste eine Möglichkeit geschaffen werden, um den Draht auswählen zu können, der für den Gewinn des Spiels gezogen werden muss.

Die in Abb. 3 dargestellte Schaltung bietet die Chance, den Lösungsdraht zu variieren. Ein wichtiger Aspekt bei ihrer Entwicklung war die Zuverlässigkeit: Nur wenn eine Schaltung sicher die Ausgabe des richtigen Ergebnisses garantiert, ist sie für den Unterrichtseinsatz geeignet. Nach Ziehen des Drahtes muss der Mikrocontroller auf Basis der angeschlossenen Schaltung ermitteln, ob durch die Lerngruppe der richtige Draht gewählt wurde. Dies ist somit entscheidend für die korrekte und erfolgreiche Durchführung des Escape Games.

Außerdem soll vermieden werden, dass Änderungen des Lösungsdrahtes einen regelmäßigen Eingriff in die Hardware der Schaltung erfordern. Dieser alternative Ansatz würde sehr gute Kenntnisse des betreuenden, typischerweise permanent wechselnden Personals des Escape Games bezüglich der verbauten Schaltung voraussetzen und erscheint deshalb als nicht alltagstauglich.

Die konzipierte Schaltung nutzt den analogen Port des Mikrocontrollers, der die Messung eines Stromflusses ermöglicht. Schaltet man einen Widerstand zwischen der Spannungsquelle 3V3 des Mikrocontrollers und dem analogen Port A0, so kann mit dem analogen Port der Stromfluss durch den Widerstand gemessen werden. Bei gegebener Spannung lässt sich aus der Strommessung des analogen Ports die Größe des angeschlossenen Widerstands ermitteln. Dies funktioniert bei Widerständen ab ca. 30 k Ω , da bei kleineren Widerständen der Maximalstrom der Spannungsquelle des Mikrocontrollers erreicht wird.

Die Schaltung besteht aus acht Parallelschaltungen, die wiederum in Reihe geschaltet sind. Die einzelnen Parallelschaltungen bestehen aus je einem der acht

Drähte, welche gezogen werden können, und einem von acht unterschiedlichen Kohleschicht-Widerständen. Wird einer der Drähte entfernt, fließt der Strom durch den parallel geschalteten Widerstand. Der an diesem Widerstand auftretende Spannungsabfall wird nun vom analogen Port registriert. Der Mikrocontroller kann durch regelmäßige Messung des Stroms am analogen Port erfassen, ob und wenn ja welcher Draht entfernt wurde. Dazu muss im Quellcode jedem auswählbaren Draht ein zu erwartender Messwert zugeordnet werden.

Es besteht somit die Möglichkeit, alle Drähte auszuwählen, ohne dass ein permanenter Eingriff in die Hardware notwendig ist.

4.3. Einführung von Fehlercodes

Beim Einsatz des Geldkoffers kann es gelegentlich zu Fehlern kommen, welche zumeist durch eine Fehlbedienung verursacht werden. Sie verhindern in der Regel den gewünschten Start des Countdowns. Da einige dieser Fehler jedoch durch die Messung am analogen Port erkannt werden können, wurden Fehlercodes festgelegt, die an der 7-Segment-Anzeige ausgegeben werden. Diese Codes sind gerade für unerfahrene Betreuende eine gute Hilfestellung bei der Fehlerbehebung.

Grundsätzlich stellen die Fehlercodes immer nur ein Indiz für eine mögliche Fehlerquelle dar. Dadurch können Standardfehler schnell aufgedeckt werden. Wird ein Fehlercode trotzdem erneut angezeigt, ist eine Reparatur des Koffers unerlässlich. Folgende Fehlermeldungen können auftreten:

E00: Kein Draht ausgewählt

Der Fehler E00 weist darauf hin, dass bei der Fernsteuerung keiner der acht Drähte als richtiger Draht in der Auswahlliste gewählt wurde. Wird dies vergessen, kann das Escape Game von der Lerngruppe nicht erfolgreich abgeschlossen werden.

E01: Mindestens ein Kabel ist nicht eingesteckt

Oft tritt der Fehler auf, dass der Countdown des Koffers gestartet werden soll, obwohl noch nicht alle Kabel wieder eingesteckt sind.

Vor allem beim Kennenlernen der Bedienung kommt es häufig vor, dass das Einstecken zuvor gezogener Kabel vergessen wird. Da zum Start des Countdowns eine leitende Verbindung vorliegen muss, kann dieser Fehler leicht erfasst und auf dem Display angezeigt werden (siehe Abb. 4).

E02: Geldfach steht offen

Ebenfalls scheitert häufig der Versuch den Countdown zu starten daran, dass das Geldfach noch offensteht. Ein verschlossenes Geldfach ist jedoch eine Grundvoraussetzung für den fortschreitenden Countdown, welcher sofort unterbrochen wird, wenn das Geldfach geöffnet wird. Das Schloss des Geldfachs schließt einen Stromkreis, der an einen der digitalen Ports angeschlossen wird. Somit kann ein unverschlossenes Geldfach an diesem Port registriert werden.

E03: Kontrollstromkreis durchbrochen

Ist der Stromkreis, der durch alle Drähte führt, an einer Stelle unterbrochen, lässt sich dies am analogen Port sehr leicht feststellen, da hier kein Stromfluss mehr erfasst werden kann. Dieser Fehler ist der einzige der bislang definierten, welcher sich nicht umgehend beheben lässt und eine Reparatur des Koffers nötig macht. Unabhängig davon, dass dieser Fehler bei sämtlichen Testungen bisher noch nicht aufgetreten ist, empfiehlt sich für den Unterrichtseinsatz des Escape Games das Mitführen eines Ersatzkoffers



Abb.4: Beispielhafte Anzeige eines vorliegenden Fehlers

5. Fazit und Ausblick

Der Einsatz von Escape Games im Schulunterricht bringt ein großes Begeisterungspotential mit sich. Dem Geldkoffer kommt hierbei eine Schlüsselfunktion zu, da er den finalen Höhepunkt des Escape Games bildet. Mit Hilfe einer Fernsteuerung wird die Spieldauer an die jeweiligen Gegebenheiten vor Ort und an die Lerngruppe angepasst. Der Countdown kann minutengenau eingestellt und zu jedem beliebigen Zeitpunkt gestartet werden. Zudem kann er jederzeit pausiert werden, um Unterbrechungen im Schulalltag berücksichtigen zu können.

Von den acht vorhandenen Drähten kann ein beliebiger Draht zur Lösung des Rätsels ausgewählt werden. Nur dadurch ist es möglich, den Geldkoffer als finale Station des Escape Games sinnvoll mehrfach einzusetzen. Die Auswahl gelingt, ohne dass Änderungen

an der Hardware des Geldkoffers (beispielsweise durch Umstecken von Kabeln) vorgenommen werden müssen.

Zudem unterstützt die Anzeige von Fehlercodes den Betreuenden kurzfristig bei der Fehlerbehebung.

Pandemiebedingt haben sich die ersten Praxistests des vollständigen FLEscape Games deutlich verzögert. Sie werden erfolgen, sobald sich der Schulbetrieb wieder normalisiert hat.

Die Einsatzmöglichkeiten des Geldkoffers sind nicht an das FLEscape Game gebunden. Bedingt durch die Tatsache, dass der Lösungsdraht farbcodiert ist und ebenso wie weitere Parameter wie die Spieldauer über die betreuende Person frei wählbar ist, ergeben sich vielfältige Möglichkeiten der Variation des Spielkontextes und des damit verbundenen Inhalts der Rätsel im Escape Game. Dies erschließt eine große Breite von Einsatzmöglichkeiten des entwickelten Geldkoffers auch abseits des FLEscape Games. Bei Interesse freut sich der Autor dieses Beitrags über eine direkte Kontaktaufnahme.

6. Literaturverzeichnis

- [1] Cornelsen Verlag (2018). Gamification: Was es ist und was es bringt. In: Unterricht gestalten. <https://www.cornelsen.de/magazin/beitraege/was-bringt-gamification-im-unterricht> (Stand 05/2021).
- [2] Daam, Michael (2019). Konzeption eines Escape Game Workshops für die Oberstufe. Wissenschaftliche Arbeit zur Zulassung zum ersten Staatsexamen. Karlsruhe: Karlsruher Institut für Technologie.
- [3] Goertz, Simon; Klein, Patrick; Riese, Josef; Heinke, Heidrun (2019): Die Plattform „FLEX-Kom“ zur Förderung experimenteller Kompetenzen – Konzept und Einsatzbeispiele –. In: PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, 1 (2019) <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/929> (Stand 05/2021)
- [4] Westphalen, Theresa (2020): "FLEscape Game" - Konzeption eines Escape Games zum Fördern und Lernen experimenteller Kompetenzen. Masterarbeit. RWTH Aachen University.
- [5] Homepage des Schülerlabors Physik der RWTH Aachen. Startseite FLEscape Kom: https://www.sciphylab.de/wp/?page_id=1280 (Stand 05/2021)
- [6] Berndtgen, Jan (2020): Entwicklung eines Escape Games zur Vermittlung von Grundlagen der Datenspeicherung. Masterarbeit. RWTH Aachen University.
- [7] Roth, Simon (2020): Weiterentwicklung der Konzeption und Geräteausrüstung eines Escape Games. Bachelorarbeit. RWTH Aachen University.